



## Fotossíntese, condutância estomática e eficiência do uso da água em seis cultivares de figos.

Lucas Ferreira <sup>(1\*)</sup>; Maria Gabriela Fontanetti Rodrigues<sup>(2)</sup>; Lucas Aparecido Manzani Lisboa<sup>(2)</sup>; Mariana Moreira Melero <sup>(3)</sup>; Paulo Alexandre Monteiro de Figueiredo <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidade Estadual Paulista de Júlio Mesquita Filho; Ilha Solteira, São Paulo, Brasil, 15385-000 (\*eng.agro.lucas@hotmail.com).

<sup>(2)</sup> Departamento de Engenharia Agrônômica, Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Dracena, SP, Brasil, 17900-000.

<sup>(3)</sup> Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia (DFTASE), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000.

**RESUMO:** Avaliou-se a relação de trocas gasosas das cultivares de figueira, no município de Dracena / SP, através da determinação da taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub>, condutância estomática nas folhas, concentração interna de CO<sub>2</sub>, taxa de transpiração das folhas, temperatura interna da folha e eficiência do uso da água. As cultivares analisadas foram “Roxo-de Valinhos”, “Palestino”, “Figo Vermelho”, “PI 189”, “Cuello Negro” e “Turco”. As determinações das trocas gasosas foram realizadas com um medidor portátil de fotossíntese, IRGA, modelo LI-6400 (LI-COR), na região mediana de uma folha completamente expandida na parte apical da copa. As taxas de assimilação líquida de CO<sub>2</sub>, condutância estomática, taxa de transpiração e temperatura interna da folha variaram estaticamente entre as cultivares. Entretanto, a concentração interna de CO<sub>2</sub> e a eficiência do uso da água não apresentaram diferença significativa.

**PALAVRAS-CHAVES:** assimilação líquida de CO<sub>2</sub>, *Ficus carica* L., trocas gasosas

### INTRODUÇÃO

Com plausível produção, o Brasil garante o segundo lugar de exportador mundial de figos frescos, sendo superior até mesmo à Turquia. Essa posição se deve ao incremento nas áreas de produção nos

últimos anos, sendo aproximadamente 2.814 ha, produzindo 28.253 t de figos com uma produtividade média de 10.040 kg.ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2014).

No Brasil, o cultivo da figueira é sustentado praticamente pelo plantio da cultivar Roxo de Valinhos (COSTA et al., 2015). A dependência de uma única cultivar provavelmente se deve ao fato que a mesma é conhecida pelo seu alto vigor e rusticidade, além de sua capacidade em se adaptar bem a diferentes ambientes e apresentar tolerância à poda drástica (BOLIANI e CORRÊA, 1999).

Dos diversos fatores envolvendo a produtividade agrícola, a interceptação solar e o aproveitamento máximo da fotossíntese são os pontos mais determinantes para obtenção de sucesso na cultura. Nesse sentido, deve-se buscar plantas cada vez mais adequadas ao propósito de exploração econômica (BERNARDES, MS 1987).

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar as trocas gasosas e parâmetros relacionados à transpiração e a fotossíntese em seis variedades de figos, cultivadas no Município de Dracena – SP.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em campo na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas,



Câmpus de Dracena, FCAT/UNESP, localizada na cidade de Dracena (SP).

O material genético utilizado foi proveniente de 6 acessos, pertencentes ao gênero *Ficus*, que compõe o Banco Ativo de Germoplasma de Figo, com 5 anos de idade, da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão, do Câmpus de Ilha Solteira, FEIS/Unesp, localizada no município de Selvíria - MS.

No primeiro ano de plantio, as plantas de figueira foram conduzidas em haste única, sendo então despontadas em abril de 2017, com 40 cm altura do solo, eliminando a dominância apical e estimulando o surgimento de brotações laterais.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, constituído por 6 tratamentos. Cada acesso foi considerado como um tratamento, com dois blocos e três plantas de cada tratamento por bloco, totalizando 36 plantas, cultivadas no espaçamento adensado de 1,5 m x 1,5m.

As determinações das trocas gasosas foram realizadas com um medidor portátil de fotossíntese, IRGA, modelo LI-6400 (LI-COR). As medidas foram feitas na região mediana de uma folha completamente expandida na parte apical da copa, estando totalmente expostas à radiação solar, no período das 10h00min às 14h00min, avaliando-se as seguintes características: taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); condutância estomática nas folhas ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); concentração interna de CO<sub>2</sub>; taxa de transpiração nas folhas ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ); temperatura interna da folha; e eficiência do uso da água ( $\mu\text{mol mmol}^{-1}$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sol é o ponto de partida do fluxo de energia luminosa nos ecossistemas, captada principalmente pelas folhas e convertida em energia química através da fotossíntese. As plantas variam na eficiência com que recebem a energia solar, assim como na absorção e armazenamento de carbono em suas estruturas, que resultam em diferenças morfofisiológicas, como número de folhas,

dimensões e características da área foliar, resposta fotossintética, dentre outras.

Segundo demonstrado na Tabela 1, houve diferença estatística para a maioria dos parâmetros avaliados em relação às trocas gasosas, como taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub>; condutância estomática; taxa de transpiração nas folhas; e temperatura interna da folha.

De acordo com Pimentel (1998) as plantas C<sub>3</sub> demonstram uma atividade fotossintética em um intervalo compreendido entre 12 e 25  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . As plantas C<sub>4</sub> exibem essa atividade em valores que gravitam entre 25 e 40  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . As plantas CAM, dependendo das condições ambientais, variam essa atividade entre 2,5 e 7,6  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

Os valores encontrados para a taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> dos acessos Turco, Roxo de Valinhos, Palestino, Cuello Negro estão dentro dos parâmetros aceitáveis para espécies C<sub>3</sub>. Entretanto os acessos Figo vermelho e PI 189 apresentaram-se menores que o esperado. A taxa de assimilação líquida representa a fotossíntese realizada pela planta. Nos vegetais, obviamente, é vital a ocorrência da fotossíntese, com etapas que se concretizam no interior dos cloroplastos, organelas clorofiladas contidas nas células dos tecidos fotossintetizantes. Dalastra et al. (2009) ressaltam que toda a produção de fitomassa e formação da arquitetura da figueira estão diretamente dependentes da atividade fotossintética da planta, sendo que a prática da poda de frutificação é um manejo adotado nos pomares brasileiros, de modo a refletir na renovação da parte aérea a cada ciclo produtivo.

Para a característica condutância estomática, o acesso que apresentou o melhor resultado foi Roxo de Valinhos. Por outro lado, o acesso que demonstrou menor valor foi PI 189. Silva (2010) explica que a condutância estomática está intimamente relacionada à taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub>, sendo que os baixos valores podem estar associados ao fechamento parcial dos estômatos. Campostrini e Yamanishi (2001)



justificam que a correlação entre assimilação de CO<sub>2</sub> e a condutância estomática podem ser explicadas em decorrência da alta concentração de gás carbônico nos sítios de carboxilação da planta. Em situações de baixa condutância estomática, a fixação de carbono pode ser restringida, de modo a afetar o metabolismo e transporte de carboidratos ao longo dos tecidos (BELL, 1992).

Para a característica concentração interna de CO<sub>2</sub> os acessos não demonstraram diferença significativa entre eles. Silva (2010) estudando cultivares de pessegueiro justificou os baixos índices de assimilação de gás carbônico a partir da provável concentração elevada de CO<sub>2</sub> na câmara subestomática. No entanto, altos teores de gás carbônico na planta podem levar ao aumento da degenerescência dos tecidos foliares internos.

A taxa de transpiração nas folhas foi menor para o acesso PI189. O resultado demonstra uma maior capacidade de retenção de água exibida por esse acesso, provavelmente em decorrência do funcionamento do mecanismo estomático. Chaves, Costa e Saibo (2011) relatam que as células-guardas dos estômatos respondem a múltiplos sinais exógenos e endógenos, como luminosidade, concentração de CO<sub>2</sub>, déficit de vapor de pressão, dentre outros.

Para a característica temperatura interna da folha o acesso Turco apresentou o maior valor. Vale lembrar que, de maneira geral, os organismos possuem limites de tolerância para temperaturas, determinados por suas adaptações particulares que podem variar desde as muito baixas, assim como aquelas consideradas extremamente altas. De forma particular, os acessos tendem a responder melhor às reações metabólicas quando em faixas ótimas de temperatura. Estando as mesmas acima do limite tolerado por um período prolongado, pode haver comprometimento de seus diferentes estágios de crescimento e desenvolvimento. Morais, Rossi e Higa (2017) estudando a influência da temperatura foliar quando associada à suspensão de irrigação de *Sclerolobium paniculatum* Vogel (Taxi-branco),

demonstrou que houve redução das taxas de assimilação líquida de CO<sub>2</sub>, em função da elevação da temperatura foliar. Larcher (2000) explica que, além dos demais efeitos ocasionados pela elevação da temperatura, o aumento do déficit de vapor de pressão e a diminuição da umidade relativa intensificam os processos de transpiração. Ademais, um estresse térmico pode levar as enzimas à desnaturação, desfigurando as regiões de encaixe nos compostos participantes das reações químicas, o que conduz à perda de sua atividade funcional.

Para a característica eficiência do uso da água (EUA) não houve diferença significativa entre os acessos avaliados. A EUA relaciona a produção de biomassa pela quantidade de água evapotranspirada. Dessa forma, a não diferença ocorrida entre os acessos para a eficiência do uso da água demonstra que a maior significância está relacionada à taxa de transpiração exibida pelos mesmos.

## CONCLUSÕES

As cultivares Roxo-de-Valinhos, Palestino, Figo Vermelho, PI 189, Cuello Negro e Turco apresentam comportamento de plantas do ciclo fotossintético C3. As taxas de assimilação líquida de CO<sub>2</sub>, condutância estomática, taxa de transpiração e temperatura interna da folha variam estaticamente entre as cultivares. Entretanto, concentração interna de CO<sub>2</sub> e eficiência do uso da água não demonstraram diferença significativa.

## REFERÊNCIAS

- BEL, V. A. J. E. Mechanism of sugar transfer. In: BAKER, N. R.; THOMAS, H. (Ed.). Crop photosynthesis. Amsterdam: Elsevier Science, 1992. p.177-211.
- BERNARDES, MS .Fotossíntese no dossel de plantas cultivadas. Em: CASTRO, PRC, FERREIRA, SO E YAMADA, T., Eds., Ecofisiologia da produção agrícola, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Piracicaba, 13-45, 1987.
- BOLIANI AC, CORRÊA LS. Clima e solo para a cultura da figueira. Em: Corrêa LS, Boliani AC (Ed.). Cultura da figueira



do plantio à comercialização. Ilha Solteira: Funep, pp. 37-41, produzida. Brasília. (Produção Agrícola Municipal). 2014 1999.

CAMPOSTRINI, E; YAMANISHI, O. K. Influence of mechanical root restriction on gas-exchange of four papaya genotypes. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, v. 13, n. 2, p.129-138, 2001. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-31312001000200002>>. Acesso em: 29 mar. 2018.

CHAVES, M. M; COSTA, M; SAIBO, N. J. M. Recent advances in photosynthesis under drought and salinity. Advances in Botanical Research, New York, v. 57, p. 49-104, 2011.

COSTA MGS; CORREIA ESS; REIS LL; WILCKEN SRS. Reação das figueiras a três espécies de nematóides das galhas. Rev. Bras. Frut Jabot. 37 (3): 617-622, 2015.

DALASTRA, I. M; PIO, R; CAMPAGNOLO, L. A; DALASTRA. G. A; CHAGAS, E. A; GUIMARÃES, V. F. Épocas de poda na produção de figos verdes 'Roxo de Valinhos' em sistema orgânico na região oeste do Paraná. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 447-453, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Figo: área plantada e quantidade

LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. São Carlos: RIMA, 2000.

MORAIS, R. R; ROSSI, L. M. B; HIGA, R. C. V. Trocas gasosas de plantas jovens de taxi-branco submetidas à variação de temperatura foliar e suspensão da irrigação. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 97-104, 10 jan. 2017.

PIMENTEL, C. Metabolismo de carbono na agricultura tropical. Seropédica: Edur, 1998.150 p.

RUBNOV S; KASHMAN Y; RABINOWITZ R; SCHLESINGER M; MECHOULAM R; Suppressors of Cancer Cell Proliferation from Fig (*Ficus carica*) Resin: Isolation and Structure Elucidation. Journal of Natural products, v. 64, n. 7, p. 993-996, 2001.

SILVA, A. C; LEONEL, S; SOUZA, A.P; DOMINGOS, J.R; DUCATTI, C. Trocas gasosas e ciclo fotossintético da figueira 'Roxo de Valinhos'. Ciência Rural, v. 40, n. 6, p.1270-1276, jun. 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782010000600005>>. Acesso em: 29 mar. 2018

Cultivares	Taxa de assimilação líquida de CO <sub>2</sub> (umol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	Condutância estomática (mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	Concentração interna de CO <sub>2</sub> (umol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	Taxa de Transpiração (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	Temperatura interna da folha	Eficiência do Uso da água
Roxo-de-Valinhos	12.59250 a	0.31750 a	269.50000 a	9.20750 ab	41.42500 b	1.42982 a
Palestino	11.81500 a	0.27750 ab	255.50000 a	7.75500 b	39.80000 b	1.46056 a
Figo Vermelho	10.01000 ab	0.28250 ab	285.00000 a	7.88250 b	40.20000 b	1.51762 a
PI 189	5.74500 b	0.11000 c	272.50000 a	4.67000 c	41.75000 b	1.22618 a
Cuello negro	12.13000 a	0.30000 ab	266.50000 a	9.30000 ab	42.20000 ab	1.30450 a
Turco	12.94000 a	0.24500 b	245.500000 a	10.68500 a	45.15000 a	1.21108 a
<b>DMS</b>	<b>5.78158</b>	<b>0.06522</b>	<b>56.91261</b>	<b>2.27537</b>	<b>3.13181</b>	<b>0.66018</b>
<b>CV%</b>	<b>23.17%</b>	<b>11.13%</b>	<b>0.09%</b>	<b>12.02%</b>	<b>3.27%</b>	<b>21.18%</b>

**Tabela 1-** Resultados acerca das trocas gasosas das variedades de figueira (*Ficus carica* L.).

\*Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.